

014634865 \*\*Image available\*\*

WPI Acc No: 2002-455569/200249

XRXPX Acc No: N02-359149

**Determination of motor vehicle battery condition from the battery internal resistance by measurement of the voltage across the battery during start-up**

Patent Assignee: VB AUTOBATTERIE GMBH (VART )

Inventor: RICHTER G

Number of Countries: 001 Number of Patents: 001

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
DE 10049495	A1	20020411	DE 1049495	A	20001006	200249 B

Priority Applications (No Type Date): DE 1049495 A 20001006

Patent Details:

Patent No Kind Lan Pg Main IPC Filing Notes

DE 10049495 A1 7 B60R-016/04

Abstract (Basic): DE 10049495 A1

**NOVELTY** - Method for determination of the condition of a motor vehicle battery by measurement of the voltage across the battery during engine starting. The voltage (USE) is determined just after ignition at the greatest voltage break in point. At a point after this the voltage (U00) is measured when the current through the battery first equals zero. The battery internal resistance is determined from the difference between the two voltages and used as a measure of the battery condition.

**DETAILED DESCRIPTION** - The battery condition is determined from the internal resistance measurement in conjunction with an empirical expression linking the motor temperature and the starter motor power.

**USE** - Determination of the usability or remaining lifetime of a vehicle battery is of great importance particularly in vehicles with electrically aided breaking or steering.

**ADVANTAGE** - The invention provides a reliable method of determination of battery condition and remaining lifetime without the necessity for expensive current measurement equipment.

**DESCRIPTION OF DRAWING(S)** - Figure shows a graph of battery voltage against the first zero crossing of the battery current, when the battery has been stood for several hours before use.

battery voltage at beginning of engine start up (USE)

battery voltage at the time current passes through zero. (U00)

pp; 7 DwgNo 1/3

Title Terms: DETERMINE; MOTOR; VEHICLE; BATTERY; CONDITION; BATTERY; INTERNAL; RESISTANCE; MEASURE; VOLTAGE; BATTERY; START; UP

Derwent Class: Q17; S01; X16; X22

International Patent Class (Main): B60R-016/04

International Patent Class (Additional): G01R-031/36

File Segment: EPI; EngPI

Manual Codes (EPI/S-X): S01-D05B1; S01-G06; X16-H03; X22-A04; X22-A05F; X22-F01; X22-X06

?

BEST AVAILABLE COPY

BEST AVAILABLE COPY



⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑯ ⑫ Offenlegungsschrift  
⑯ ⑩ DE 100 49 495 A 1

⑯ Int. Cl.<sup>7</sup>:  
B 60 R 16/04  
G 01 R 31/36

⑯ ⑯ Aktenzeichen: 100 49 495.1  
⑯ ⑯ Anmeldetag: 6. 10. 2000  
⑯ ⑯ Offenlegungstag: 11. 4. 2002

DE 100 49 495 A 1

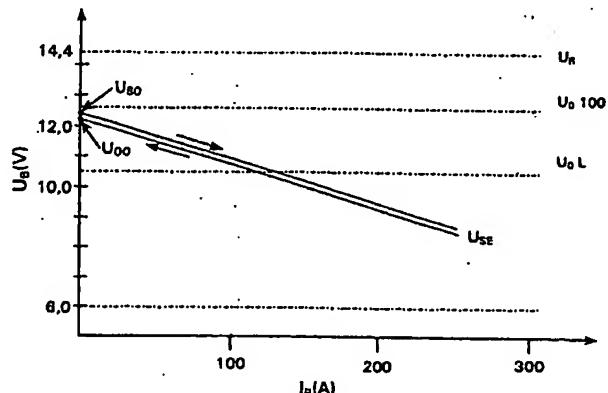
⑯ ⑯ Anmelder:  
VB Autobatterie GmbH, 30419 Hannover, DE  
⑯ ⑯ Vertreter:  
Kaiser, D., Dipl.-Ing., Pat.-Ass., 65779 Kelkheim

⑯ ⑯ Erfinder:  
Richter, Gerolf, Dr., 31139 Hildesheim, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑯ Verfahren zur Bestimmung der Gebrauchsfähigkeit eines Akkumulators

⑯ Bei einem Verfahren zur Bestimmung der Gebrauchsfähigkeit eines Akkumulators in einem Kraftfahrzeug durch Messung der Akkumulatorenspannung beim Startvorgang wird nach Beginn des Starts die Spannung ( $U_{SE}$ ), bei der der größte Spannungseinbruch erfolgt, eine zeitlich darauf folgende Spannung ( $U_{00}$ ) zu dem Zeitpunkt bestimmt, bei dem der direkt folgende Nulldurchgang des durch den Akkumulator fließenden Stromes ( $I$ ) stattfindet. Der Innenwiderstand ( $R_i$ ) des Akkumulators als Maß für seine Gebrauchsfähigkeit wird aus der Spannungsdifferenz  $\Delta U_E$  von  $U_{00}$  und  $U_{SE}$  und einem empirisch ermittelten Zusammenhang zwischen Motortemperatur ( $T_M$ ) und Leistungsaufnahme ( $P$ ) des Startermotors ermittelt. Der ermittelte Wert des Innenwiderstandes  $R_i$  wird in Abhängigkeit von der Elektrolyttemperatur  $T_E$  und vom Ladenzustandswert (SOC) korrigiert.



DE 100 49 495 A 1

X

## Beschreibung

[0001] Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren zur Bestimmung der Gebrauchsfähigkeit einer Starterbatterie in einem Kraftfahrzeug durch Messung der Akkumulatorspannung beim Startvorgang.

5 [0002] Für den Anwender von Fahrzeugbatterien ist es von besonderer Bedeutung, die Gebrauchsfähigkeit des Akkumulators zu kennen. Beispielsweise sind für die Aufgabe einer Starterbatterie, ein Kraftfahrzeug mit einem Verbrennungsmotor zu starten der Ladezustand und der Alterungszustand der Batterie maßgeblich, da durch diese Zustandsgrößen die Dauer und die Stärke des entnehmbaren Stromes bzw. die Leistungsabgabe begrenzt wird. Insbesondere aber auch wenn sicherheitsrelevante elektrische Verbraucher, wie z. B. elektrische Bremsen oder elektrisch unterstützte Lenkungen installiert sind, ist die Kenntnis der Gebrauchsfähigkeit des Akkumulators von großer Bedeutung.

10 [0003] Zur Beurteilung der Gebrauchsfähigkeit eines Akkumulators reicht die alleinige Feststellung des Ladezustandes nicht aus. Beispielsweise kann einer stark gealterten Batterie bei hinreichendem Ladezustand ein kleiner Strom bei mittleren Temperaturen über längere Zeit entnommen werden. Im Falle einer Hochstrombelastung bricht bei einer solchen Batterie jedoch die Batteriespannung insbesondere in kaltem Zustand sehr schnell zusammen.

15 [0004] Der technische Hintergrund dieses Effekts ist die Tatsache, dass beispielsweise eine vollkommen neue Batterie mit unzureichendem Ladezustand ebenso wie ein vollgeladener Akkumulator, der sich jedoch aufgrund fortgeschrittenen Verschleißes am Ende seiner Gebrauchsdauer befindet, einen die Hochstromentnahme entscheidend beeinflussenden identischen Innenwiderstandswert besitzen können. Daher sind alle üblichen Verfahren zur Beurteilung des Anstiegs des Batterieinnenwiderstandes als Indikator für den Grad des Verschleißes bzw. des Akkumulatorgebrauchsalters unzulänglich, wenn nicht der den Innenwiderstand ebenfalls beeinflussende Ladezustand bekannt ist bzw. berücksichtigt wird.

20 [0005] Bekannt sind verschiedene Verfahren zur Ermittlung des Ladezustandes, der Kaltstartfähigkeit und der verbleibenden Lebensdauer einer Kraftfahrzeugbatterie.

25 [0006] In vielen Fällen werden integrierende Messgeräte benutzt (Ah-Zähler), wobei der Ladestrom gegebenenfalls unter Bewertung mit einem festen Ladefaktor berücksichtigt wird. Da die nutzbare Kapazität eines Akkumulators stark von der Größe des Entladestromes und der Temperatur abhängig ist, kann mit solchen Verfahren keine zufriedenstellende Aussage über die der Batterie noch entnehmbare nutzbare Kapazität getroffen werden. Insbesondere, wenn sicherheitsrelevante elektrische Verbraucher, wie zum Beispiel elektrische Bremsen oder elektrisch unterstützte Lenkhilfen installiert sind, ist die Kenntnis der Gebrauchsfähigkeit des Akkumulators von Bedeutung.

30 [0007] Dem Dokument DE 43 39 568-A1 ist ein Verfahren zur Ermittlung des Ladezustands einer Kraftfahrzeugstarterbatterie zu entnehmen, bei dem Batteriestrom und Ruhespannung gemessen werden und aus diesen auf den Ladezustand geschlossen wird, wobei zusätzlich auch die Batterietemperatur berücksichtigt wird. Die während verschiedener Zeiträume gemessenen Ladestrome werden miteinander verglichen und daraus eine Restkapazität ermittelt. Die Feststellung des Ladezustandes reicht allerdings nicht immer aus, insbesondere da zu berücksichtigen ist, dass bei einer stark gealterten Batterie trotz hinreichenden Ladezustands bei der Belastung die Spannung zusammenbricht und somit die Gebrauchsfähigkeit der Batterie nicht gewährleistet ist.

35 [0008] Aus dem Dokument DE 39 01 680-C ist ein Verfahren zur Überwachung der Kaltstartfähigkeit der Starterbatterie eines Verbrennungsmotors bekannt, bei dem der zeitliche Verlauf des beim Anlassen eintretenden Spannungsabfalls beobachtet und ausgewertet wird. Die Auswertung erfolgt dabei anhand von Grenzwerten einer aus Erfahrungswerten gewonnenen Kennlinie und in Abhängigkeit von der Batterietemperatur.

40 [0009] Weiterhin ist aus dem Dokument DE 27 30 258-A eine Vorrichtung zum Anzeigen des Ladezustandes einer Fahrzeugbatterie bekannt, die neben der Batteriespannung und wenigstens einem weiteren Batterieparameter die Motor-temperatur erfasst und eine Warnanzeige liefert, wenn ein vorgegebener Grenzwert unterschritten wird.

45 [0010] Dokument DE 37 12 629-C offenbart eine Messvorrichtung für die verbleibende Lebensdauer einer Kraftfahrzeugbatterie, die die Batteriespannung und den dazugehörigen Laststromwert vor und nach dem erstmaligen Starten bei vollgeladenem Zustand der Batterie erfasst, den temperaturkompensierten Innenwiderstand ermittelt und in einem Speicher ablegt sowie mit den bei den späteren Startvorgängen der Verbrennungskraftmaschine ermittelten Innenwiderstandswerten vergleicht. Die Anzeige erfolgt danach in Abhängigkeit von vorgegebenen, abgespeicherten Schwellwerten.

50 [0011] Bekannt ist auch aus der Druckschrift DE 197 50 309 A1 ein Verfahren zur Bestimmung der Startfähigkeit der Starterbatterie eines Kraftfahrzeugs, bei dem der Spannungseinbruch beim Starten des Fahrzeugs gemessen und mit den Spannungswerten eines Kennlinienfeldes verglichen wird.

55 [0012] Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zur Bestimmung der Gebrauchsfähigkeit eines Akkumulators in einem Kraftfahrzeug anzugeben, welches zuverlässig arbeitet und insbesondere auf eine aufwendige Strommessung verzichtet.

60 [0013] Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren der eingangs genannten Art durch die im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 genannten Merkmale gelöst. In den Unteransprüchen sind vorteilhafte Ausgestaltungen dieses Verfahrens angegeben.

[0014] Nur während des Starts eines Kraftfahrzeugmotors ist eine Situation gegeben, die es erlaubt, den Gebrauchszustand des Akkumulators über eine Innenwiderstandsmessung zu ermitteln, wenn die Elektrolyttemperatur bekannt ist und sich der Ladezustand innerhalb vorgegebener Grenzen befindet, da der Entladestrom im Mittel die notwendige Mindestgröße besitzt. Ein weiterer Grund ist die Tatsache, dass sich Batterieverschleißvorgänge im allgemeinen deutlich langsamer einstellen, als sich der Ladezustand während des Betriebs eines Akkumulators z. B. während eines Fahrzyklusses ändert.

65 [0015] Das erfundungsgemäße Verfahren geht davon aus, zur Ermittlung des Innenwiderstandes einer Fahrzeugbatterie insbesondere die Hochstromladungsentnahme während des Starts auszunutzen und aus der Messung des Spannungsabfalls während dieses Vorgangs die Gebrauchsfähigkeit SOH (State of Health) zu ermitteln.

[0016] Zu einer eindeutigen Ermittlung des Gebrauchszustandes SOH müssen, wie bereits ausgeführt, der Ladezustand SOC (State of Charge) und die Elektrolyttemperatur  $T_E$  bekannt sein und sich bezüglich ihrer Werte in bestimmten Gren-



# DE 100 49 495 A 1

zen bewegen. Allerdings kann nur in den seltensten Fällen die Berechnung des Ladezustandes SOC, wie häufig vorgeschlagen, aus der Ruhespannung des Akkumulators erfolgen, da die gemessene Batterieklemmenspannung durch vorangegangene Lade- bzw. Entladevorgänge in Kombination mit einer zu kurzen Standzeit von der sogenannten Ruhespannung deutlich abweichen kann.

[0017] Erfindungsgemäß wird daher ergänzend zur Klemmenspannung vor dem Start und nach dem Beginn des Starts die Spannung, die sich nach dem Start zum Zeitpunkt des ersten Nulldurchgangs des Batteriestroms aus der Start- in die Betriebsphase einstellt als Bezugs- und Ausgangspunkt für die Innenwiderstandsermittlung gemessen. Die Messung der Batterieklemmenspannung vor dem Start dient beim erfindungsgemäßen Verfahren lediglich zur Entscheidung, ob der jeweilige Startvorgang überhaupt zur Ermittlung des Innenwiderstandes herangezogen werden soll. Ist beispielsweise die Klemmenspannung vor dem Start deutlich größer als die übliche Ruhespannung einer Kraftfahrzeugbatterie, so wird dieser Startvorgang als Messwertlieferant zur Innenwiderstandsermittlung verworfen. Im Falle einer absolut großen Differenz zwischen der Klemmenspannung vor dem Start und der ersten Strom-Nulldurchgangsspannung werden die Messwerte ebenfalls verworfen, da der Einfluss des Starts auf den Ladezustand zu groß war.

5

[0018] Im folgenden ist der Gegenstand der Erfindung anhand der Figuren näher erläutert.

10

[0019] Fig. 1 zeigt die Batteriespannung  $U_B$  einer Batterie, die sich vor dem Start über mehrere Stunden im Zustand der Ruhe befand und zusätzlich einen ausreichend hohen Ladezustand aufweist. In diesem Fall ist die Klemmenspannung vor dem Start fast identisch mit der Spannung des ersten Nulldurchgangs des Batteriestromes  $I_B$  nach dem Startvorgang.

15

[0020] Fig. 2 zeigt dabei den prinzipiellen Verlauf der Batteriespannung  $U_B$  in Abhängigkeit vom Batteriestrom  $I_B$  beim Startvorgang, vorausgesetzt die Batterie ist wenige Stunden vor dem Start geladen worden und weist einen zufriedenstellenden Ladezustand auf.

20

[0021] Fig. 3 zeigt den Verlauf der Batteriespannung  $U_B$  im Fall eines unzureichenden Ladezustandes, der die Ursache dafür darstellt, dass die Spannung des ersten Nulldurchgangs ebenfalls erheblich unter dem Ausgangswert liegt. Diese Situation ist geeignet den schlechten Ladezustand jedoch nicht den Grad des Verschleißes anzuzeigen.

25

[0022] Mit  $U_R$  ist in den Figuren die Regler-Maximalspannung, die für einen 6-zelligen Bleiakkumulator üblicherweise bei etwa 14,3 Volt liegt, angegeben. Die Batteriespannung  $U_{SO}$  fällt während des Startvorganges auf einen tiefsten Wert  $U_{SE}$  ab und steigt dann wieder in Richtung Ladebereich, um zuvor die Spannungsachse beim Ladestrom von Null im Wert  $U_{OO}$  zu schneiden. Die Neigung  $K$  des Spannungsanstiegs ist ein Maß für den Innenwiderstand der Batterie. Die Spannung  $U_0$  repräsentiert die Ruhespannung, d. h. den tatsächlichen Ladezustand der Batterie; bei einer Spannung  $U_{O100}$  von ca. 12,7 V ist die Batterie zu 100% geladen, bei einer Spannung  $U_{OL}$  von ca. 10,5 Volt ist die Batterie im unbelasteten Fall definitionsbedingt leer.

30

[0023] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren werden die Spannungen während des Starts wie folgt gemessen und ausgewertet. In der Ausführungsform gemäß Beispiel 1 wird zur Ermittlung des Batterieinnenwiderstandes die tiefste während des Startvorganges auftretende Spannung herangezogen. Die Aussagekraft dieses Messverfahrens sinkt bei extrem tiefen Elektrolyttemperaturen in Verbindung mit einem sehr anspruchsvollen Start eines z. B. ebenfalls sehr kalten Motors. Der sich im Augenblick der niedrigsten Spannung einstellende Strom ist über weite Temperaturbereiche auf einen konstanten Wert limitiert. Daneben wird die Motortemperatur  $T_M$  und die Elektrolyttemperatur  $T_E$  gemessen.

35

## Beispiel 1

40

1. Messung der Klemmenspannung vor dem Start ( $U_{SO}$ )
2. Messung der kleinsten Spannung während des Starts ( $U_{SE}$ )
3. Messung der Batteriespannung zum Zeitpunkt des ersten Stromnulldurchgangs ( $U_{OO}$ )
4. Verwerfen der Messungen falls  $U_{SO} > 13$  V  
(Batterieruhezeit zu kurz bei vorangegangener Ladung)
5. Verwerfen falls  $U_{SE} < 6$  V  
(Anzeige: schlechter Ladezustand)
6. Verwerfen falls  $U_{OO} > 12,6$  V und  $U_{SE} > 11$  V  
(Lade- und Gebrauchszustand sind gut)
7. Berechnung der Differenz  $U_{SO} - U_{OO} = \Delta U_S$   
Verwerfen, falls  $\Delta U_S > 0,3$  V  
(Einfluss des Starts auf den Ladezustand zu groß)
8. Berechnung der Differenz  $U_{OO} - U_{SE} = \Delta U_E$
9. Zuordnung von  $\Delta U_E$ , der gemessenen Elektrolyttemperatur  $T_E$  sowie der gemessenen Motortemperatur  $T_M$ .

50

55

[0024] Gemäß Beispiel 2 wird ein Mittelwert der Batteriespannung nach Starteinleitung ermittelt.

## Beispiel 2

60

1. Messung wie Beispiel 1
2. Messungen der Batteriespannungen in einer Messfrequenz von 1 bis 10 kHz beginnend nach etwa 100 ms nach Starteinleitung über ein Zeitintervall von ebenfalls 100 ms.
3. Messung wie Beispiel 1
4. Verwerfen wie Beispiel 1
5. Bildung des Spannungsmittelwerts  $U_{SM}$  aus dem Messwertekollektiv, ermittelt unter Pkt. 2. Verwerfen für den Fall, dass  $U_{SM} < 6$  V
6. Verwerfen wie Beispiel 1  
( $U_{SE}$  wird durch  $U_{SM}$  ersetzt)

65



7. Berechnung wie Beispiel 1

8. Berechnung der Differenz  $U_{00} - U_{SM} = \Delta U_M$

9. Zuordnung  $\Delta U_M$ , der gemessenen Elektrolyttemperatur  $T_E$  und der gemessenen Motortemperatur  $T_M$ .

5 [0025] Mit den in den Beispielen geschilderten Verfahren ist gewährleistet, dass der zur Berechnung des Innenwiderstandes  $R_i$  erforderliche Spannungseinbruch  $\Delta U_E$  bzw.  $\Delta U_M$  unter Berücksichtigung des Ladezustandes der Batterie als auch hinsichtlich einer sinnvollen Auswahl von auszuwertenden Starts ermittelt werden kann. Da das erfundungsgemäß Verfahren sich aber zum Ziel gesetzt hat, auf die aus Beziehung (1) ersichtliche, eigentlich erforderliche Ermittlung des Batteriestromes zu verzichten, wird erfundungsgemäß dafür eine Hilfsgröße mit äquivalenter Aussagekraft herangezogen.

$$R_i \text{ Batterie} = \Delta U / I_{\text{Batterie}} \quad (1)$$

15 [0026] Hierzu eignet sich die Leistungsaufnahme  $P_{\text{Starter}}$  des Startermotors gemäß der Formel (2)

$$P_{\text{Starter}} \sim I_{\text{Starter}}^2 \quad (2)$$

20 [0027] Es ist bekannt, dass die Leistungsaufnahme des Startermotors über weite Gebiete proportional dem Anwerf-drehmoment ( $M_s$ ) multipliziert mit der Winkelgeschwindigkeit  $\omega$  der Verbrennungskraftmaschine ist, welches wiederum als Funktion der Motortemperatur (Öltemperatur)  $T_M$  bei etwa gleichem  $\omega$  dargestellt werden kann. Da der Starterstrom mit dem Batteriestrom identisch ist, folgt gemäß der Formel (3) eine direkte Abhängigkeit des Batterieinnenwiderstandes von der Motortemperatur  $T_M$

$$25 \quad (3) \quad R_i \approx \Delta U \cdot \sqrt{T_M / \omega}$$

[0028] Wie bereits erläutert, ist der Innenwiderstand  $R_i$  einer Batterie von den Größen Elektrolyttemperatur ( $T_E$ ), Ladezustand (SOC) und Verschleiß bzw. Gebrauchsfähigkeit (SOH) abhängig. Aus diesen Überlegungen heraus ergibt sich mit Gleichung (4) die endgültige Beziehung für die Abschätzung der Gebrauchsfähigkeit

$$30 \quad SOH = f(\Delta U(T_E, SOC, T_M, \omega)) \quad (4)$$

35 [0029] Üblicherweise ist die Gebrauchstüchtigkeit SOH als ein Wert zwischen 0 und 1 (0% bis 100%) definiert. Demzufolge ist bei einer neuen Batterie  $SOH = 1$  (100%) und bei einer verschlissenen  $SOH = 0$  (0%). Überträgt man diese Definition auf die Abhängigkeit vom Innenwiderstand  $R_i$  so folgt mit Gleichung (5)

$$40 \quad (5) \quad SOH = \frac{1 - R_i / R_{ikrit}}{1 - \lambda}$$

40 [0030] In Gleichung (5) bedeuten  $R_i$  der aktuelle Innenwiderstand und  $\lambda$  das Verhältnis des Innenwiderstandes der neuen Batterie  $R_{in}$  zum Innenwiderstand der völlig verbrauchten Batterie ( $R_{ikrit}$ ).

[0031] Typische  $\lambda$ -Werte liegen für Starterbatterien im Bereich von 0,1 bis 0,9, insbesondere jedoch zwischen 0,5 und 0,85.

45 [0032] Ersetzt man in Formel 5 den aktuellen Innenwiderstand durch die Beziehungen 4 und 5, so erhält man in Formel 6 die Gebrauchsfähigkeit der Batterie SOH.

$$45 \quad (6) \quad SOH = \frac{\Delta U_N(T_E, SOC, T_M, \omega) / \Delta U(T_E, SOC, T_M, \omega) - \lambda}{1 - \lambda}$$

50 [0033] Die Auswertung von Gleichung (6) mittels eines Bordnetzrechners macht somit folgende Schritte erforderlich:

1. Ermittlung von  $\Delta U_N$  bzw.  $\Delta U_M$  der neuen Batterie unter den Randbedingungen eines guten bis mittleren Ladezustandes SOC und bei etwa gleicher Winkelgeschwindigkeit der Kurbelwelle sowie eine Zuordnung und Speicherung dieser Werte in einem von den Temperaturen  $T_E$  und  $T_M$  aufgespannten Feld.

55 2. Nach Ablauf der Batterieneuphase von ca.  $\frac{1}{2}$  bis 1 Jahr beginnt der Vergleich der jeweiligen aktuellen Batteriespannungseinbrüche, gemessen unter gleichen Randbedingungen und dem gleichen Temperaturzahlenpaar zugeordnet.

60 [0034] Da die in modernen Fahrzeugen befindlichen Bordrechner hinsichtlich ihrer Speicherfähigkeit begrenzt sind, jedoch auch komplizierte Rechenoperationen problemlos und schnell abarbeiten können, ist es vorteilhaft, das durch Motortemperatur und Batterietemperatur aufgespannte Feld der Spannungseinbrüche im Batterieneuzustand und später im aktuellen Gebrauchszustand speicherplatzsparend abzulegen. Dazu bietet es sich an, statt des abgelegten, mittels zweidimensionaler Regression geglätteten und durch Inter- und Extrapolation geschaffenen Feldes das Produkt (Gleichung 7) zweier Gleichungen, von deren jede entweder nur eine Funktion der Motortemperatur oder der Elektrolyttemperatur ist, zu benutzen.

$$65 \quad \Delta U = f(T_E, SOC) \cdot f(T_M, \omega) \quad (7)$$



# DE 100 49 495 A 1

[0035] Da es sich bei den Funktionen  $f(T_E)$  und  $f(T_M)$  über weite Bereiche um einfache Proportionalitäten handelt, ist die Umrechnung der gemessenen Spannungseinbrüche in eine normierte Größe  $\Delta U^*$  möglich. Gleichung (8) soll dies beispielhaft verdeutlichen:

$$(8) \quad \Delta U^* = \Delta U \cdot T_M^X \cdot T_E^Y$$

5

[0036] In diesem Fall vereinfacht sich die Speicherung und der Vergleich von Spannungseinbrüchen zur Ermittlung von SOH auf einen einzigen Wert für die neue Batterie und ebenfalls nur einen für jeden aktuellen Start.

## Patentansprüche

10

1. Verfahren zur Bestimmung der Gebrauchsfähigkeit eines Akkumulators in einem Kraftfahrzeug durch Messung der Akkumulatorenspannung beim Startvorgang, dadurch gekennzeichnet, dass nach Beginn des Starts die Spannung ( $U_{SE}$ ), bei der der größte Spannungseinbruch erfolgt, bestimmt wird und dass eine zeitlich darauf folgende Spannung ( $U_{00}$ ) zu dem Zeitpunkt bestimmt wird, bei dem der direkt folgende Nulldurchgang des durch den Akkumulator fließenden Stromes ( $I$ ) stattfindet und dass der Innenwiderstand ( $R_i$ ) des Akkumulators als Maß für seine Gebrauchsfähigkeit aus der Spannungsdifferenz  $\Delta U_E$  von  $U_{00}$  und  $U_{SE}$  und einem empirisch ermittelten Zusammenhang zwischen Motortemperatur ( $T_M$ ) und Leistungsaufnahme ( $P$ ) des Startermotors ermittelt wird.

15

2. Verfahren wie Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass nach Beginn des Starts über einen vorgegebenen Zeitraum in festgelegten Abständen die Akkumulatorenspannung ermittelt wird und aus dieser ein Mittelwert  $U_{SM}$  gebildet wird, und dass eine zeitlich darauf folgende Spannung ( $U_{00}$ ) zu dem Zeitpunkt bestimmt wird, bei dem der direkt folgende Nulldurchgang des durch den Akkumulator fließenden Stromes ( $I$ ) stattfindet und dass der Innenwiderstand ( $R_i$ ) des Akkumulators als Maß für seine Gebrauchsfähigkeit aus der Spannungsdifferenz  $\Delta U_M$  von  $U_{00}$  und  $U_{SM}$  und einem empirisch ermittelten Zusammenhang zwischen Motortemperatur ( $T_M$ ) und Leistungsaufnahme ( $P$ ) des Startermotors ermittelt wird.

20

3. nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der ermittelte Wert des Innenwiderstands  $R_i$  in Abhängigkeit von der Elektrolyttemperatur  $T_E$  des Akkumulators korrigiert wird.

25

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der ermittelte Wert des Innenwiderstands  $R_i$  in Abhängigkeit vom Ladezustandswert (SOC) korrigiert wird.

30

5. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass vor Beginn des Starts die Spannung  $U_{S0}$  gemessen wird und aus dieser ein Kriterium für die Zulässigkeit einer Berechnung der Gebrauchsfähigkeit abgeleitet wird.

35

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass während der Inbetriebnahme eines neuen Akkumulators ein Kennlinienfeld ( $\Delta U_E, \Delta U_M$ ) als Funktion von Elektrolyttemperatur ( $T_E$ ) und Motortemperatur ( $T_M$ ) gemessen wird, im Batteriemanagementsystem des Bordnetzes gespeichert wird und mit gemessenen Werten im laufenden Betrieb des Akkumulators verglichen wird.

40

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die gemessenen Kennlinien in Form von normierten Größen im Batteriemanagementsystem gespeichert werden.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

45

50

55

60

65



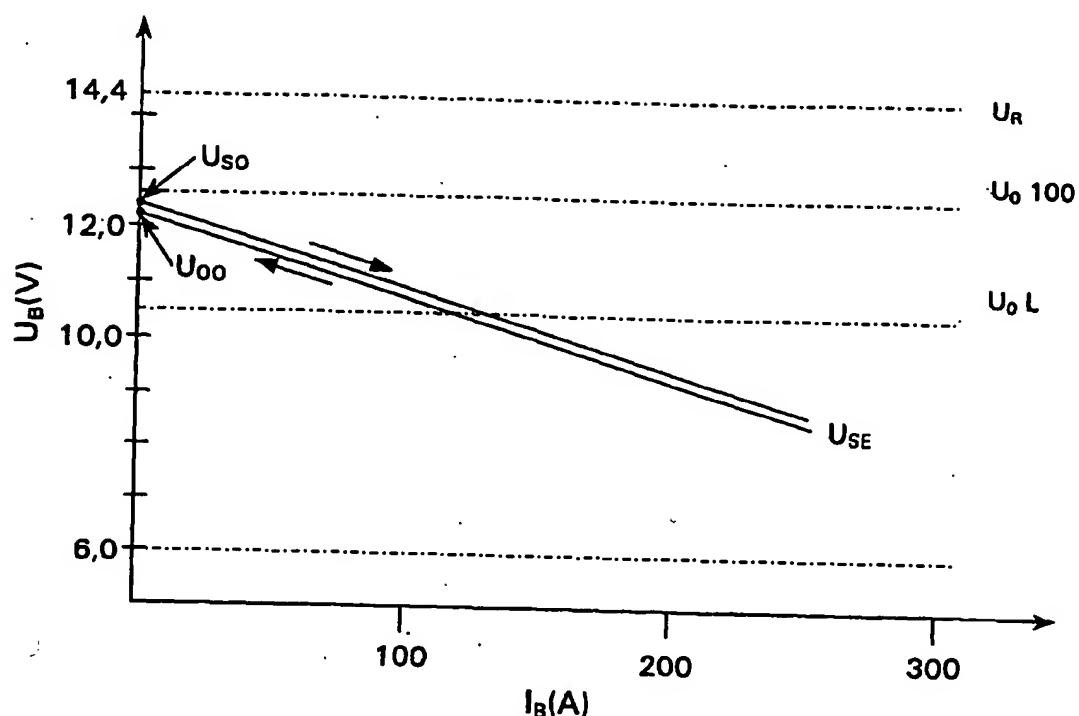


Fig.: 1

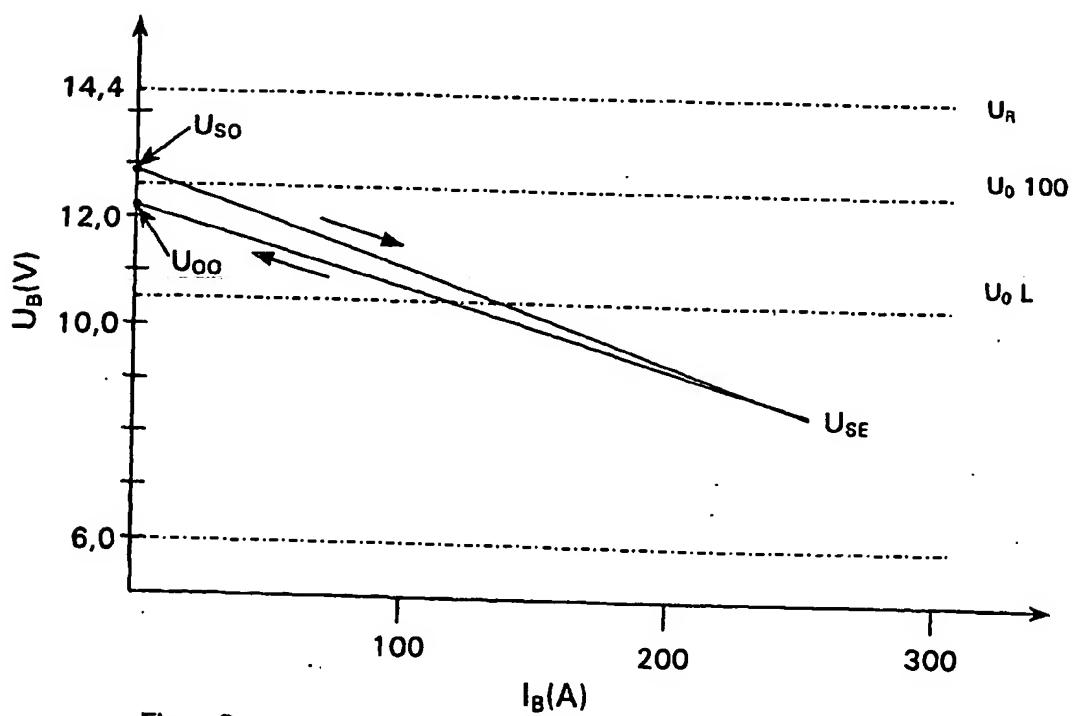


Fig.: 2



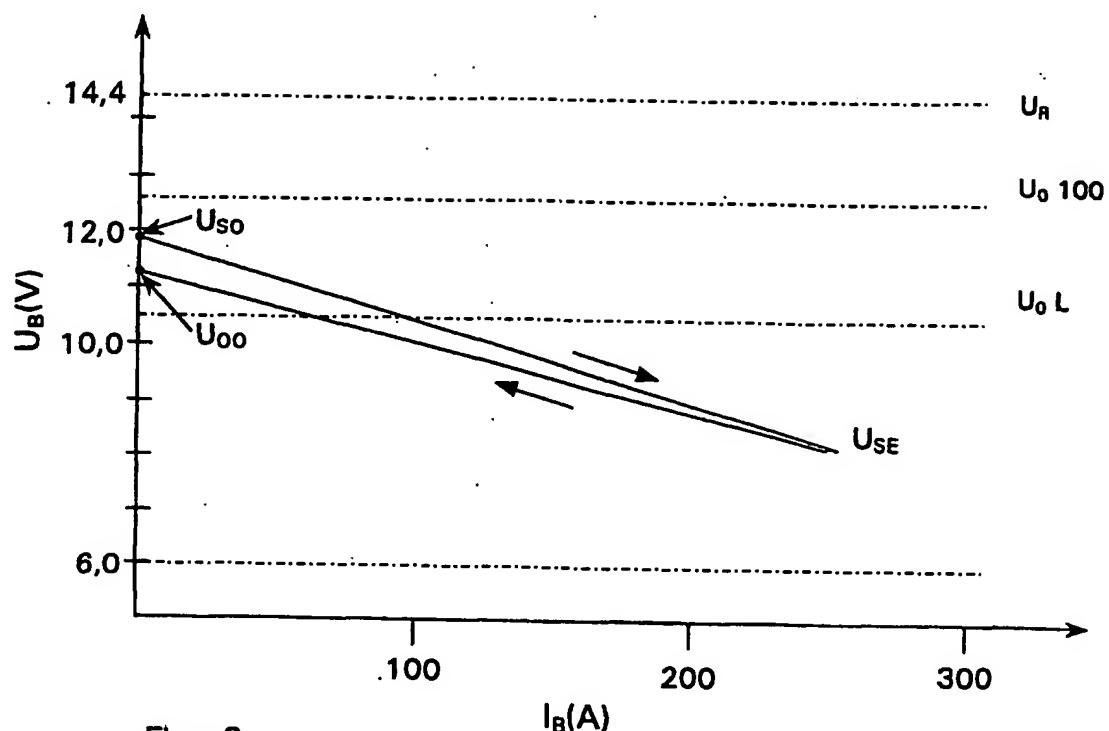


Fig.: 3



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**